

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-272627

(43)Date of publication of application : 18.10.1996

(51)Int.Cl.

G06F 9/46

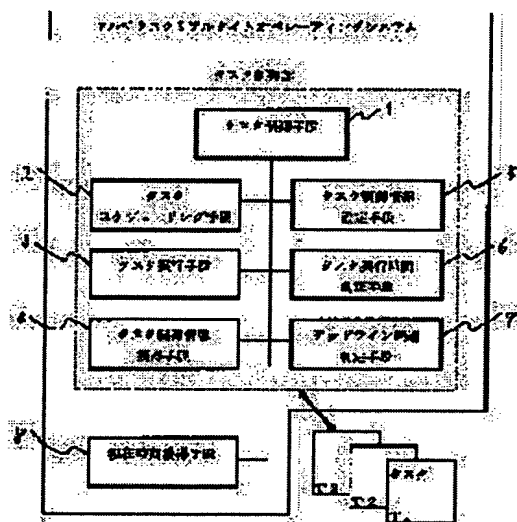
(21)Application number : 07-074192

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 30.03.1995

(72)Inventor : SUGA SATOSHI

(54) REAL-TIME TASK CONTROLLER



(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the safety of an entire real-time system by checking a deadline mistake in a task switching mode based on the relation among the necessary execution time, a present execution time, a deadline time and the present time which are included in the control information (TCB).

CONSTITUTION: It is checked whether a task T1 so far executed is finished or not. If not finished, a task execution time measurement means 6 measures the execution time continued until the task T1 is switched. A task control information setting means 5 adds the measured continuous execution time to the present execution time included in the TCB on the task T1 to set again the task control information. Then a task schedule means 2 schedules the next task to be executed. A decision means 7 decides whether the newly scheduled task T2 has a deadline mistake or not. If no deadline mistake is presumed, a task execution means 3 executes the task T2 and the switching of tasks is finished.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-272627

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 F 9/46

識別記号

3 4 0

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 9/46

技術表示箇所

3 4 0 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-74192

(22) 出願日 平成7年(1995)3月30日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 須賀 智

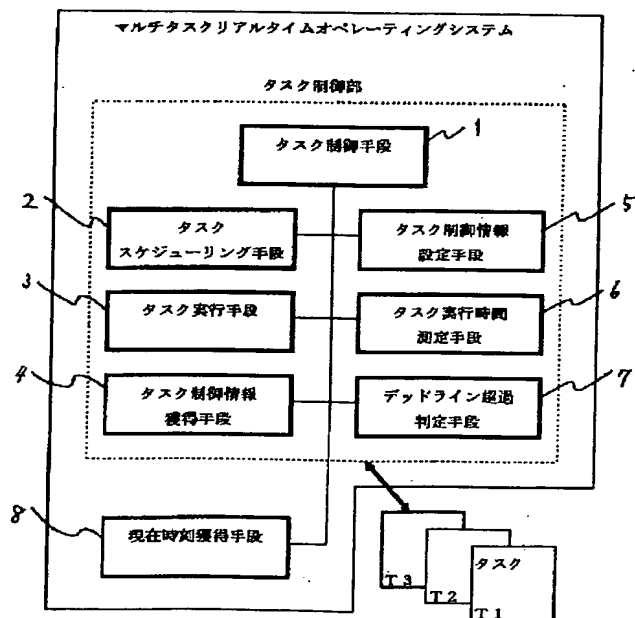
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(54) 【発明の名称】 リアルタイムタスク制御装置

(57) 【要約】

【目的】 時間に関する制約を持つタスクにおいて、前判定で時間的なデッドラインを超過すると確認されたタスクをデッドラインミスしたものとして、以後の無駄なタスク実行処理の時間を省くことができるリアルタイムタスク制御装置を提供する。

【構成】 ある時刻までに処理の終了が期待されるリアルタイムタスクにおいて、それぞれのタスクがタスク制御情報として、従来のデッドライン時刻、デッドラインハンドラ、優先度などの他に所要実行時間、現在実行時間を持ち、またそれらに対する制御手段として、従来のタスクスケジューリング手段、タスク実行手段、タスク制御情報獲得手段、タスク制御情報設定手段などの他にタスク制御情報設定手段、タスク実行時間測定手段、デッドライン超過判定手段を要するリアルタイムタスク制御装置からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リアルタイムタスクを制御し、実行するリアルタイムオペレーティングシステムにおいて、タスクの制御情報（TCB）として少なくともデッドライン時刻、所要実行時間及び現在実行時間を持ち、タスクの実行時にその実行時間を測定するタスク実行時間測定手段と、タスクの生成や切替え終了時に、タスクの各情報をそのタスクの TCB に設定するタスク制御情報設定手段と、指定したタスクの TCB からデッドライン時刻、所要実行時間、現在実行時間及び現時点の時刻との関係からデッドライン時刻前でもデッドラインミスするかどうかを判定するデッドライン超過判定手段とを備えることを特徴とするリアルタイムタスク制御装置。

【請求項 2】 前記タスク制御情報設定手段は、リアルタイム周期タスクの所要実行時間をタスク起動時にシステムまたはユーザが初期値として与え、最初の周期実行中に実際に計測した実際の所要実行時間をタスク切替え時に次周期からの所要実行時間としてタスク制御情報へ新たに設定するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載のリアルタイムタスク制御装置。

【請求項 3】 所要実行時間、現在実行時間、デッドライン時刻から緊急度を求め、その緊急度の大きいタスクほど優先度が高くなるように設定し、その優先度にしたがってスケジューリングを行なうタスクスケジューリング手段を有することを特徴とする請求項 1 記載のリアルタイムタスク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、時間的に制約のある複数のタスクのスケジューリング、実行を制御するリアルタイムマルチタスクオペレーティングシステムにおけるリアルタイムタスクの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のリアルタイムマルチタスクオペレーティングシステムにおけるリアルタイムタスクの制御では、リアルタイムタスクの実行がデッドライン時刻まで実行を行なって初めてデッドラインミスを検出し、デッドラインハンドラが実行されていた。

【0003】 しかしながら、このようなデッドラインの検出のタイミングでは、それまでのタスク実行が無駄になり、そのために他のリアルタイムタスクのデッドラインミスを連鎖して引き起こす要因ともなりえた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明では、実際のデッドライン時刻になる前にデッドラインミスを検出し、その結果、デッドラインミスを検出した後の時間での CPU の有効な利用及びリアルタイムシステム全体の安定性の向上を図ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するた

めに請求項 1 の発明のリアルタイムタスク制御装置は、タスクの制御情報（TCB）として少なくともデッドライン時刻、所要実行時間及び現在実行時間を持ち、タスクの実行時にその実行時間を測定するタスク実行時間測定手段と、タスクの生成や切替え終了時に、タスクの各情報をそのタスクの TCB に設定するタスク制御情報設定手段と、指定したタスクの TCB からデッドライン時刻、所要実行時間、現在実行時間及び現時点の時刻との関係からデッドライン時刻前でもデッドラインミスするかどうかを判定するデッドライン超過判定手段とを備えるようにしたため、タスクのデッドラインミスを実際の時間の前に検出することが可能となり、その検出後の CPU 利用を他のタスクに振り分けることが可能となるため、他のタスクのデッドラインミスの連鎖の可能性が低くなり、効率的で安定なリアルタイムシステムを構築することができる。

【0006】 又、請求項 2 の発明のリアルタイムタスク制御装置は、リアルタイム周期タスクの所要実行時間をタスク起動時にシステムまたはユーザが初期値として与え、最初の周期実行中に実際に計測した実際の所要実行時間をタスク切替え時に次周期からの所要実行時間としてタスク制御情報へ新たに設定するようにしたタスク制御情報設定手段を有するようにしたことを特徴とする。

【0007】 又、請求項 3 の発明のリアルタイムタスク制御装置は、所要実行時間、現在実行時間、デッドライン時刻から緊急度を求め、その緊急度の大きいタスクほど優先度が高くなるように設定し、その優先度にしたがってスケジューリングを行なうようにしたことにより、現在までの個々のタスクの余裕度を簡単に検出することが可能になり、それに応じた優先度を動的に設定することができ、現在における最適なスケジューリングが可能となる。

【0008】

【作用】 本発明の請求項 1 のリアルタイムタスク制御装置は、タスクの切替え時に、TCB に存在する所要実行時間、現在実行時間、デッドライン時刻と現在時刻との関係からデッドラインミスをするかどうかをチェックする。例えば、

$(\text{所要実行時間} - \text{現在実行時間}) \leq (\text{デッドライン時刻} - \text{現在時刻})$

が成り立つかを調べる。この関係が成立する場合は、新しいタスクを実行させて、タスク切替を終了する。この関係が成立しない場合は、デッドラインミスが生じたとしてデッドラインハンドラを実行し、タスク切替を終了する。

【0009】 また、本発明の請求項 2 のリアルタイムタスク制御装置は、タスク切替え時に、タスクが周期タスクであって最初の周期が終わった時に、システム又はユーザが与えた初期の所要実行時間を TCB 内の所要実行時間として設定しなおす。このように初期設定で適当に

与えた所要実行時間を実際の実行時の測定結果に変更することが可能となる。

【0010】また、本発明の請求項3のリアルタイム制御装置は、タスク切替え時に行なわれるスケジューリング前の緊急度を、タスクに関する所要実行時間、現在実行時間、デッドライン時刻と現在時刻を得たこれらの情報から、次のようにして求める。

$(\text{緊急度}) = (\text{所要実行時間} - \text{現在実行時間}) / (\text{デッドライン時刻} - \text{現在時刻})$

この値から現在までの個々のタスクの緊急度を簡単に検出することが可能であり、それに応じた優先度をTCBへ動的に設定することができ、現在における最適なスケジューリングが可能となる。

【0011】

【実施例】以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。図1は本発明によるリアルタイムタスク制御装置の一実施例の概略構成図である。図1の破線内がタスク制御部である。このタスク制御部は、次のような各手段から構成され、それらの各手段は、タスク制御手段1により制御されている。タスクスケジューリング手段2は、実行可能キューの中から次に実行させるタスクを選択する。タスク実行手段3は、タスクスケジューリング手段2で選択されたタスクを実際に実行させる。タスク制御情報獲得手段4は、指定したタスクのTCBからタスクの実行に必要な情報を取り出す。タスク制御情報設定手段5は、タスクの生成や切替え終了時に、そのタスクのTCBにタスクの情報を設定する。本タスク制御情報設定手段5は、必要に応じてその手段を利用し、タスク実行後でも動的にTCBを変更することができるようにしている。タスク実行時間測定手段6は、タスクの実行時にその実行時間を測定する。現在時刻獲得手段8は、現時点の時刻を取り出す。デッドライン超過判定手段7は、タスクが実行又は実行を再開する前にTCBの情報と現在時刻獲得手段8からの現在時刻等を用いてデッドラインミスとなるかどうかを判断する。尚図1において、タスク制御情報設定手段5、タスク実行時間測定手段6およびデッドライン超過判定手段7は、本発明のタスク制御部1の中でも特徴的なところである。

【0012】また、図2にタスク制御ブロック(Task Control Block:TCB)9の主要構成図を示す。これは、従来のTCBにも存在していた、実行の終了が期待される最終時刻であるデッドライン時刻、デッドラインをミスした時に実行されるデッドラインハンドラ、タスクをスケジューリングの際に利用される優先度などのほかに、実際に現在まで実行されてきたタスクの実行時間を格納する現在実行時間、このタスクが実行を終了するのに必要とする時間を示す所要実行時間(割り込み時間を除いた、純粋なタスクの実行時間を示す)からなっている。なお図2において、網かけ部は本発明での特徴的なTCB構成であることを示している。

【0013】図3は、本発明のリアルタイム制御装置の請求項1の実施例のタスク切替の手順を示すフローチャートである。ここで、切替え前のタスクをタスクT1、切替え後のタスクをタスクT2とし、今、タスクT1が実行されていて、タスク切替えが起こったとする。なお、このタスク切替のタイミングはシステムのスケジューリングポリシーなどによって様々なものであってよい。なお表記していないが、タスクが切替えられるタスクT1のコンテキストはメモリまたは二次記憶などに退避され、あたらしく実行されるタスクT2のコンテキストは退避場所からロードされるということは、従来のオペレーティングシステムと同様であるとする。

【0014】ステップS1：本発明のリアルタイムタスク制御装置では、まず、これまで実行してきたタスクT1が終了したかを調べる。終了していればステップS4へ進む。

ステップS2：タスクT1が終了していなければ(中絶)、このタスクT1が切替えになる前までの連続実行時間をタスク実行時間測定手段6から得る。

ステップS3：ステップS2で得た連続実行時間をタスク制御情報設定手段5によりタスクT1のTCB中の現在実行時間に加え、再設定する。

ステップS4：タスクスケジューリング手段2によって次に実行するタスクをスケジューリングする。本ステップS4を処理中にシステムにより割り込みが入ってステップS1に再入することもある。

ステップS5：新しくスケジューリングされたタスクT2がデッドラインをミスするかをデッドライン超過判定手段7で判定する。これはTCBの所要実行時間、現在実行時間、デッドライン時刻と現在時刻獲得手段8から得る現在時刻との関係から判定する。すなわち
 $(\text{所要実行時間} - \text{現在実行時間}) \leq (\text{デッドライン時刻} - \text{現在時刻})$

が成り立つかを調べる。

ステップS6：デッドラインミスが予想されない場合(上記の式が満足される場合)は、タスク実行手段3でタスクT2を実行し、タスク切替が終了する。

ステップS7：デッドラインミスが予想される場合(上記式が満足される)は、タスクT2のTCBに設定されているデッドラインハンドラを実行し、タスク切替が終了する。また、本ステップS7は、デッドラインハンドラが設定されておらず、システム規定の処理を実行する場合もある。

【0015】図4は、本発明のリアルタイム制御装置の請求項2の実施例のタスク切替え時に行なわれる初期周期タスクの所要実行時間設定の手順を示すフローチャートである。ここで、タスクのTCB情報はタスクが生成された時に既にシステムによって、またはユーザ指定の値によって初期化されているものとする。また、周期タスクであるか、最初の周期の実行かなどの情報はTCB

内に用意されているものとする。周期的なタスクの場合の所要実行時間の初期値は、適当に与えた時間又は、まったく予測不可能な場合などでは仮に所要実行時間を0として与えた後、最初の周期中での実行時間測定により再設定する様にしてもよい。本発明によると、このように初期設定で適当に与えた所要実行時間を実際の実行時の測定結果により変更することが可能である。表記していないが、周期タスク終了時に、次の周期のためにTCB領域が初期化設定されることは、従来のリアルタイムオペレーティングシステムと同様であるものとする。なお、図4は図3の破線部にあたる手順であり、それ以外のタスク切替え手順は図3に従うものとする。また、同様に切替え前のタスクをタスクT1、切替え後のタスクをタスクT2とする。

【0016】ステップS8：タスク実行時間測定手段6からタスクT1の処理していた連続実行時間を得る。

ステップS9：タスクT1のTCB中の現在実行時間を先に得た連続実行時間に加え、タスク制御情報設定手段5で設定する。

ステップS10：タスクT1が周期タスクかを調べる。周期タスクでなければ、所要実行時間設定手順を終了する。

ステップS11：タスクT1が周期タスクならば、最初の周期の実行かどうかを調べる。最初の周期でなければ、所要実行時間設定手順を終了する。

ステップS12：タスクT1が最初の周期ならば、タスクが終了したかを調べる。終了していなければ所要実行時間設定手順を終了する。

ステップS13：タスクT1が終了していれば、タスク制御情報設定手段5によりTCB内の現在実行時間を所要実行時間に設定して、所要実行時間設定手順を終了する。

【0017】図5は、本発明のリアルタイム制御装置の請求項3の実施例のタスク切替え時に行なわれるスケジューリング前の優先度設定の手順を示すフローチャートである。ここでは、図3のステップS3の処理後に、実行可能なタスクが存在し、それぞれがタスクT1、T2、...で示されるものとする。これらのタスクは便宜上の表記であり、リスト構造など実行キューとして全てのタスクが認識できる形なら別の形式でもよい。

【0018】ステップS14：最初に、実行可能キューから一つのタスクを取り出す。

ステップS15：実行可能キューにタスクが存在すれば、そのタスクに対してステップS16以下を実行し、存在しなければ優先度設定手順を終了する。

ステップS16：タスクがあれば、タスク制御情報獲得手段4からそのタスクに関する所要実行時間を得る。なお、ステップS16からステップS18までの順番は問わない。

ステップS17：タスク制御情報獲得手段4からそのタ

スクに関する現在実行時間を得る。

ステップS18：タスク制御情報獲得手段4からそのタスクに関するデッドライン時刻を得る。

ステップS19：現在時刻獲得手段8により、現在時刻を得る。

ステップS20：獲得したこれらの情報から、次のようにして緊急度をもとめる。

(緊急度)=(所要実行時間 - 現在実行時間)/(デッドライン時刻 - 現在時刻)

10 この緊急度から優先度を得る。その求め方は緊急度の値が大きいほど優先度を高く設定するようなものであれば、どのようなものであっても良い。求めた優先度をタスク制御情報設定手段5でTCBへ設定する。

ステップS21：次の未処理のタスクをもとめ、ステップS15から繰り返す。

【0019】このように、図1に示したタスク制御の構成より、タスクがその時刻においてどの程度まで実行を行なったかを得ることができ、現在の緊急度に応じた動的な優先度付けが可能になる。なお、本請求項3の発明は、請求項1の実施例の図3におけるステップS3とステップS4の間で行なわれる処理として説明したが、スケジューリングの直前での処理に関するものであり、図3のステップS3までの操作、およびステップS4以降の操作に依存するものではない。

【0020】

【発明の効果】以上説明してきたように、請求項1及び請求項2の発明は、タスクのデッドラインミスを実際の時間の前に検出することが可能としたことにより、その後のCPU利用を他のタスクに振り分けることが可能となるため、他のタスクのデッドラインミスの連鎖の可能性が低くなり、効率的で安定なリアルタイムシステムを構築することができる。また、請求項3の発明は、現在までの個々のタスクの余裕度を簡単に検出することが可能であり、それに応じた優先度を動的に設定することができ、現在における最適なスケジューリングが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明におけるリアルタイムタスク制御装置の概略構成図である。

40 【図2】 本発明におけるTCBの主要構成図である。

【図3】 請求項1の実施例のタスク切替え手順を説明するためのフローチャートである。

【図4】 請求項2の実施例の初期周期タスクの所要実行時間設定の手順を説明するためのフローチャートである。

【図5】 請求項3の実施例のスケジューリング前の優先度設定手順を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 タスク制御手段、
- 2 タスクスケジューリング手段、

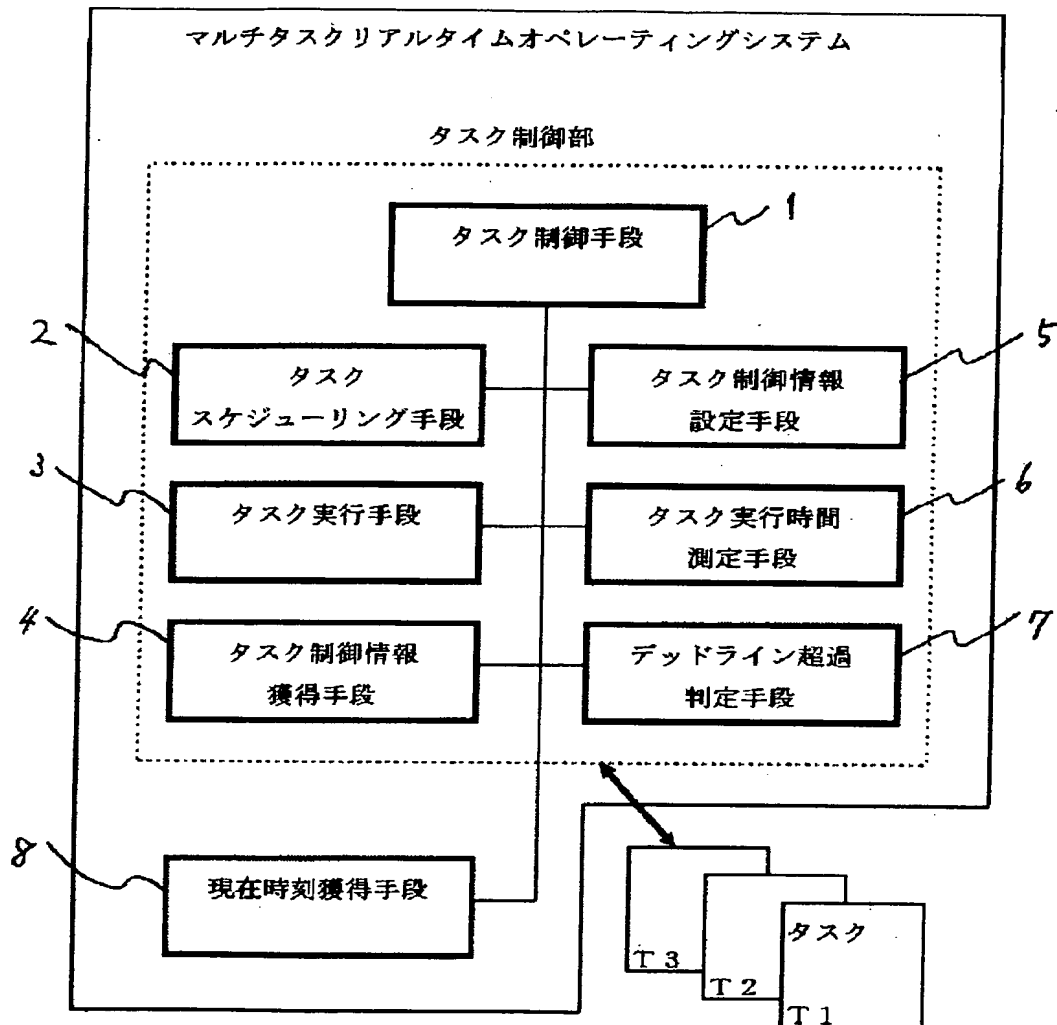
7

8

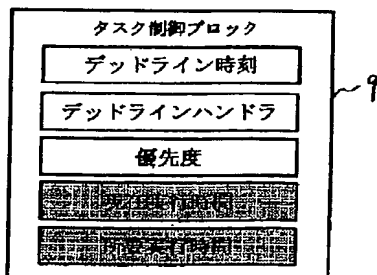
- 3 タスク実行手段、
 4 タスク制御情報獲得手段、
 5 タスク制御情報設定手段、
 6 タスク実行時間測定手段、

- 7 デッドライン超過判定手段、
 8 現在時刻獲得手段、
 9 タスク制御ブロック (TCB)。

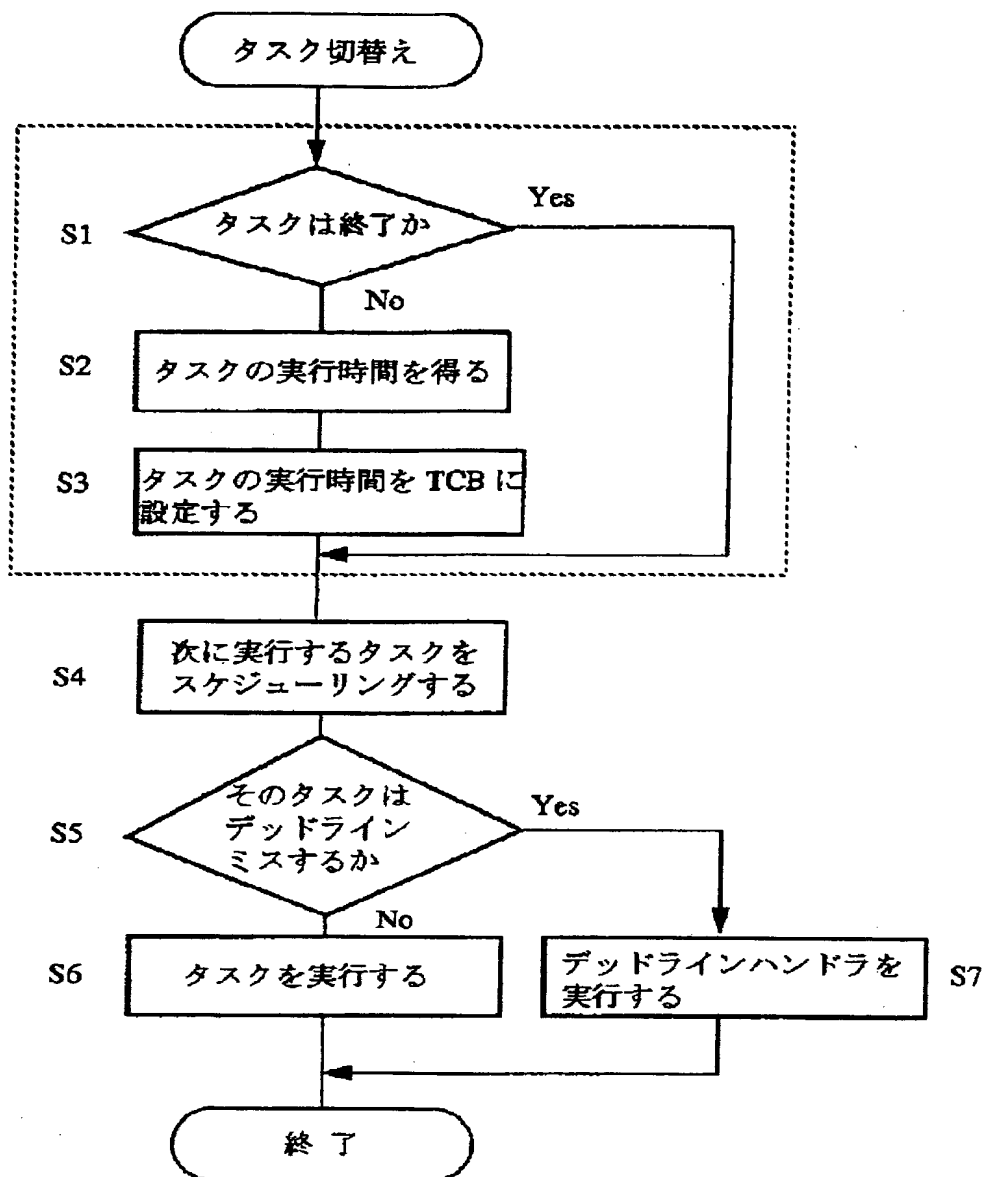
【図1】



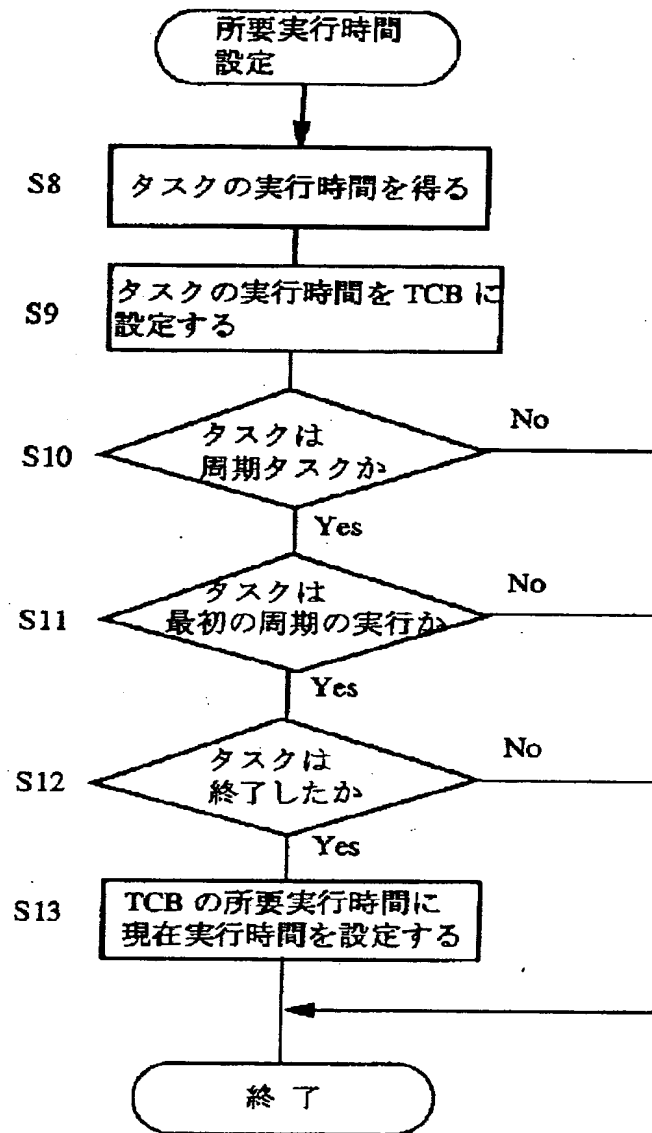
【図2】



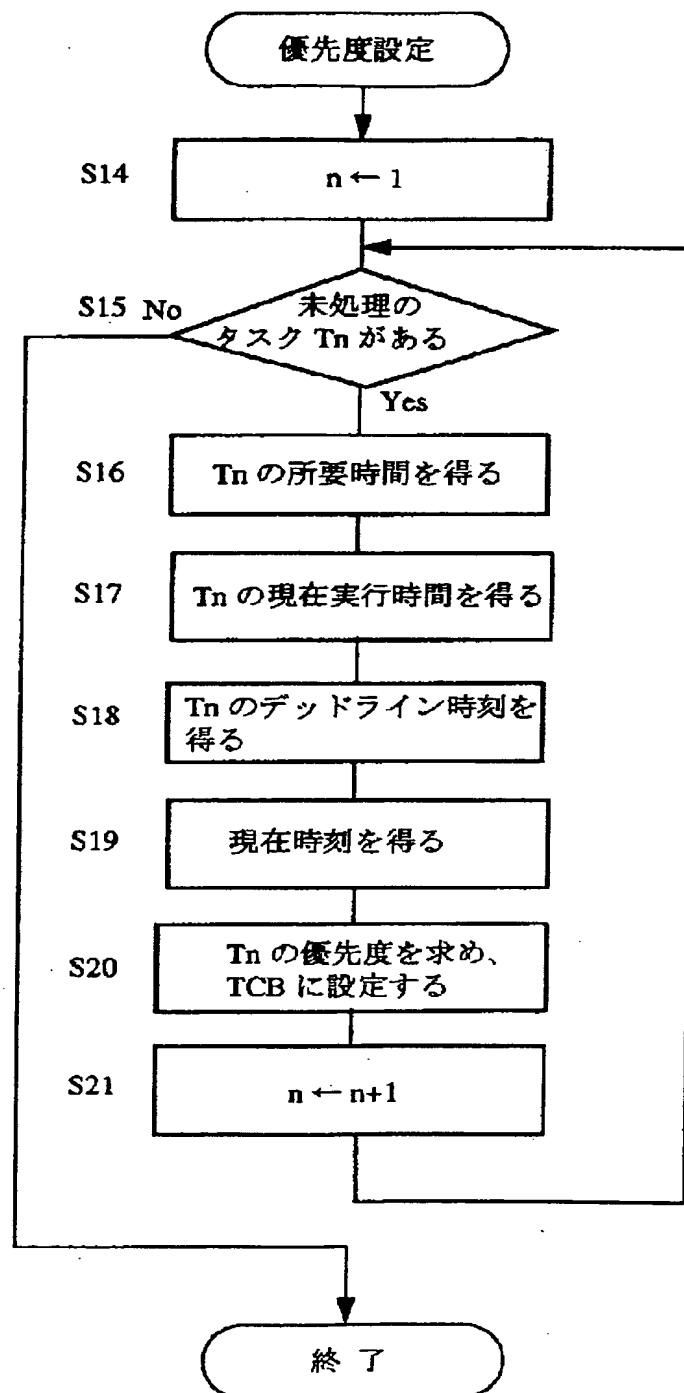
【図3】



【図4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.